



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU*

ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

**ESTUDO ERGONÔMICO DO POSTO DE TRABALHO EM UM
PROCESSO DE SOLDAGEM DE VASOS DE PRESSÃO NUMA
INDÚSTRIA METALMECÂNICA DO VALE DO TAQUARI**

Éder Geller

Lajeado, abril de 2019.

Éder Geller

**ESTUDO ERGONÔMICO DO POSTO DE TRABALHO EM UM
PROCESSO DE SOLDAGEM DE VASOS DE PRESSÃO NUMA
INDÚSTRIA METALMECÂNICA DO VALE DO TAQUARI**

Monografia no Curso de Pós-Graduação LATO SENSU –
Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho,
da Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte
da exigência para a obtenção do título de Engenheiro de
Segurança do Trabalho.

Orientador: Me. Eduardo Becker Delwing

Lajeado, abril de 2019.

RESUMO

Este trabalho relata o estudo de caso ocorrido em uma empresa do ramo metal mecânico localizada no Vale do Taquari. Na empresa é realizada a fabricação de vasos de pressão do tipo tanques em diversos metais com aplicação direta de processos de soldagem MIG/MAG. Este estudo tem o enfoque ergonômico, sendo que dentre os processos produtivos o desenvolvimento ocorreu no processo de soldagem horizontal dos tanques onde se aplicam os reforços circunferenciais, pelo fato que neste processo os trabalhadores permanecem um longo período na postura estática e posicionamento específico para o desempenho da atividade de solda. Para este estudo foi levado em consideração alguns aspectos como: análise ergonômica, atividade de soldagem, local de soldagem e riscos de exposição de soldadores. Foram realizadas visitas aos postos de trabalho e estruturada uma pesquisa qualitativa como base deste estudo de caso, com os objetivos de verificar os procedimentos no processo produtivo, determinar quais os riscos de doenças ocupacionais e propor melhorias. Nas visitas foram realizados apontamentos e registro fotográfico do posto de trabalho na linha de fabricação e aplicado um questionário de forma explorativa e abrangente a seis funcionários com experiência na função de soldagem. Após a análise das visitas e das respostas dos questionamentos, conclui-se que os soldadores desenvolvem a atividade de forma pouco desgastante pelo fato da ocorrência de micro e macro-pausas durante a atividade laboral, mas sugere-se a necessidade da adequação da plataforma de soldagem. Constata-se que a atividade mais desgastante deste posto de trabalho está na preparação das peças que oferecem risco à coluna vertebral e aos membros superiores.

Palavras-chave: Ergonomia. Soldador. Posto de trabalho.

ABSTRACT

This study reports the case study occurred in a company from the field of mechanic metal localized in the Taquari Valley. In this company are manufactured tank-type pressures vessels made of various metals with the direct application of the MIG/MAG welding process. This study has an ergonomic focus, considering that among the productive processes the development has occurred in the horizontal welding of the tanks where are applied circumferential supports, by the fact that the workers stay for a long period in a static posture and at a specific position for the welding activity. For this study there were considered aspects as: ergonomic analysis, welding activity, place of welding and risks that the workers are exposed to. There were made visits to the workplaces and organized a qualitative research based in the case study, with the objectives of verifying the procedures of the productive process, to determinate which are the risks of occupational diseases and to propose improvements. In the visits there were made notes and photographic registers of the workplaces in the production line and applied an explorative and wide survey to six workers with experience in the welding function. After the analysis of the visits and the answers to the surveys, it was concluded that the welders develop a minimal wearing activity because of the occurrence of micro and macro pauses during the activity, but it's suggested the necessity of adequation of the welding platform. It is observed that the most wearing activity of this workplace resides in the preparation of parts that offer risks to the spinal column and the upper limbs.

Keywords: Ergonomy, Welder, Workplace.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho esquemático do processo de soldagem MIG/MAG	14
Figura 2 - Posto de trabalho	21
Figura 3 - Soldagem no giro do tanque.....	22
Figura 4 - Aparelho de solda MIG com tocha curta	23
Figura 5 - Carrinho elevatório para soldagem	24
Figura 6 - Soldagem com carrinho, vista de trás	25
Figura 7 - Soldagem com carrinho, vista lateral direita e esquerda.....	25

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ABS	Associação Brasileira de Soldagem
AET	Análise Ergonômica do Trabalho
AWS	<i>American Welding Society</i>
CAT	Comunicados de Acidente de Trabalho
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
LER	Lesões por Esforços Repetitivos
MAG	<i>Metal Active Gas</i>
MIG	<i>Metal Inert Gas</i>
NIOSH	<i>National Institute for Occupational Safety and Health</i>
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration</i>
UV	Ultravioleta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 Definição do Objeto de estudo	8
1.2 Delimitação do problema	8
1.3 Objetivos da pesquisa	9
1.4 Justificativas.....	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Ergonomia	11
2.2 Análise ergonômica do trabalho.....	12
2.3 Soldagem	13
2.4 Atividade de soldagem.....	14
2.5 Doenças ocupacionais da atividade de soldagem	15
2.5.1 Problemas respiratórios	15
2.5.2 Efeitos da radiação UV.....	16
2.5.3 Distúrbios musculoesqueléticos	16
2.5.4 Queimaduras.....	16
2.5.5 Visão.....	17
2.5.6 Vibração	17
2.5.7 Ruído.....	17
2.5.8 Acidentes	18
2.6 Local de soldagem.....	18
2.6.1 Posto de trabalho	18
2.6.2 Organização do trabalho.....	19
3 METODOLOGIA.....	20
3.1 Caracterização da empresa.....	26
4 ESTUDO DE CASO	27
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32

REFERÊNCIAS	34
--------------------------	-----------

APÊNDICES	36
------------------------	-----------

APÊNDICE A – QUADRO COM RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO	37
--	-----------

1 INTRODUÇÃO

O processo de soldagem é amplamente utilizado pela indústria metalmeccânica, sendo diretamente utilizado na fabricação de reservatórios e vasos de pressão metálicos. A sua aplicação requer máquinas específicas de acordo com o tipo de soldagem a ser executado, cabendo também conhecimento técnico especializado por parte do trabalhador na execução desta atividade.

Existem diversos riscos ligados ao processo de soldagem, sendo eles: ergonômicos, físicos, químicos e de acidente. Em função desses riscos, ocorre a demanda da necessidade de um projeto de análise de posto de trabalho que consiga garantir segurança ao conforto na operação.

O soldador tem o trabalho reconhecido como atividade que necessita de grande esforço, sendo que essa atividade representa risco para o profissional. Estudos de posturas de trabalho estão muito relacionados ao tipo de processo de soldagem empregado e aos riscos a que o soldador está exposto (GOLDMAN, 2000).

O tema deste estudo é explorar a atividade de soldagem num caso prático em uma metalúrgica do Vale do Taquari - RS, restritamente na execução do processo de soldagem manual num posto de trabalho específico de fabricação de um vaso de pressão na horizontal.

Nesse sentido, os vasos de pressão constituem não só os equipamentos mais importantes da maioria das indústrias de processo, como também são geralmente os itens de maior tamanho, peso e custo unitários nessas indústrias (TELLES, 1996). Assim, é de grande relevância a atividade de soldagem que está associada diretamente ao produto.

Neste estudo, o tema está delimitado no foco ergonômico para o processo prático de soldagem. Os demais riscos serão explorados de forma complementar, conforme os levantamentos realizados, pois impactam também no resultado da atividade em evidência.

1.1 Definição do Objeto de estudo

Este trabalho tem por finalidade verificar as posições aplicadas na atividade do processo manual de soldagem circunferencial em vasos de pressão com montagem na posição horizontal.

Nesse contexto, esclarece-se que: “O nome vaso de pressão designa genericamente todos os recipientes estanques, de qualquer tipo, dimensões, formato ou finalidade, capazes de conter um fluido pressurizado” (TELLES, 1996, p. 2).

Dessa forma, faz-se necessária a realização de pesquisa bibliográfica sobre a ergonomia para comparação aos posicionamentos evidenciados na execução prática do processo de soldagem supracitado, para propor melhorias no posto de trabalho e as necessidades de adequação aos diferentes indivíduos quanto ao posto de trabalho.

É importante destacar que o projeto e a construção do vaso de pressão são atividades de engenharia que, como qualquer outra atividade dessa área, destinam-se a satisfazer, da melhor forma possível, uma necessidade social. Além do aspecto de segurança em equipamentos cuja operação apresenta risco potencial de acidentes, deve também ser considerada a segurança contra acidentes na fabricação e na montagem do vaso de pressão (TELLES, 1996).

1.2 Delimitação do problema

- As práticas das posições aplicadas no processo de soldagem pelos funcionários da indústria analisada estão adequadas às necessidades ergonômicas dos indivíduos?
- Quais as adequações aplicáveis para cada operador na execução da atividade?
- Quais os posicionamentos mais indicados para a execução da atividade considerando o ambiente em estudo e as limitações desse processo?

1.3 Objetivos da pesquisa

O objetivo da presente pesquisa é acompanhar o processo de soldagem sob o aspecto ergonômico em um processo produtivo real de soldagem e, paralelamente, verificar melhorias sob aspecto ergonômico.

Além disso, objetiva-se evidenciar os procedimentos na execução dessa atividade de soldagem e determinar quais apresentam maior risco para o desenvolvimento de doenças ocupacionais.

De posse do conhecimento sobre os processos e procedimentos mais ergonômicos, pretende-se orientar os soldadores em relação às práticas ergonômicas e suas adequações, considerando os diferentes biotipos envolvidos.

1.4 Justificativas

Este trabalho tem por base a verificação ergonômica de forma ampla, por ser uma operação diretamente ligada ao profissional que a executa, podendo esse ter desempenho insatisfatório e, com isso, desenvolver doenças ocupacionais. Isso se deve não simplesmente pela realização da atividade em si, mas porque na sua execução é necessária constância cíclica de longo período em postura estática (tronco, membros superiores e inferiores), tendo a necessidade de posicionamento inclinado do tronco, sendo que os membros superiores ainda permanecem em posição alongada.

A escolha pelo posto de trabalho se dá pelo fato de ser um processo importante na fabricação do produto, no caso um vaso de pressão, o qual tecnicamente requer um cuidado essencial na sua execução e, ao mesmo tempo, exige do trabalhador seu pleno comprometimento e atenção durante a execução do processo de soldagem. Focando-se especificamente na parte de postura durante a realização da atividade, mesmo não tendo um grande histórico de afastamentos do trabalho pela atividade em questão, existem queixas internas ligadas diretamente a esse processo produtivo.

A operação em estudo é o processo de soldagem da fabricação dos vasos de pressão, sendo esta com maior tempo de execução ininterrupta quanto à permanência na mesma posição. Essa etapa de soldagem é o principal processo na fabricação deste bem de consumo com exigências técnicas normatizadas e legais. Essa etapa construtiva tem grande importância

estrutural no produto final, estando muito ligada à qualidade na execução da soldagem e, por sua vez, relacionada diretamente à performance da atividade do funcionário.

Pelos motivos apresentados é que este posto de trabalho será estudado, para verificar se as cargas e posicionamentos encontram-se de forma equilibrada considerando o aspecto ergonômico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Ergonomia

A ergonomia pode ser considerada como a ciência da configuração de trabalho adaptada ao homem (GRANDJEAN, 2004); ela relaciona a compreensão do trabalho e sua transformação, tendo como ponto de apoio a contribuição de diferentes disciplinas, e conduzindo a ações singulares em cada caso, necessitando agregar conhecimentos gerais sobre o trabalho a conhecimentos específicos coproduzidos com os trabalhos da empresa envolvida (GUÉRIN et al., 2001).

Ergonomia é o estudo do relacionamento entre homem e seu posto de trabalho, equipamento, ambiente e particularmente, a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas que surgem desse relacionamento (IIDA, 2005, p. 2).

Nesse sentido, a intenção da ergonomia é de evoluir os dispositivos técnicos e auxiliares de forma a melhorar o trabalho e a formação do indivíduo; podendo ocorrer no final do estudo e acompanhamento prático, a comprovação de que existem boas práticas, mesmo que empíricas, para a atividade específica em questão, embora sempre cabendo, mesmo assim, o aprimoramento e a discussão para que ocorram melhorias e crescimento em sua forma mais ampla.

A proposta de estudo para ação ergonômica tem em consideração aos trabalhadores, como sendo responsáveis pelo seu trabalho, cabendo o manutenção de sua saúde e de aprimoramento de suas competências. A ergonomia visa, em primeiro lugar, a saúde, segurança e satisfação do trabalhador, e a eficiência virá como consequência (IIDA, 2005, p. 3).

A Norma Regulamentadora (NR) 17 – Ergonomia, foi estabelecida pela Portaria GM nº 3.214, de 08 de junho de 1978, recebendo diversas atualizações até a mais recente Portaria MTb nº 876, de 24 de outubro de 2018, compreende aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário, aos equipamentos e às condições ambientais do posto de trabalho e à própria organização do trabalho (BRASIL, 2019). Conforme artigo I da NR 17:

Esta Norma Regulamentadora visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente (BRASIL, 2019 p. 1).

O objetivo da análise ergonômica é de contribuir com a melhoria das condições de trabalho e da saúde dos trabalhadores pelo desenvolvimento de suas competências. Também contribui para melhorar o funcionamento da empresa, como no desenvolvimento técnico, da organização e da gestão dos recursos humanos. Ainda se inclui como consequência a oportunidade de desenvolvimento e enriquecimento social, levando-se em conta a pluralidade de lógicas existentes na empresa e propondo um caráter mais conjunto de demandas para o trabalho.

2.2 Análise ergonômica do trabalho

É necessário realizar uma análise ergonômica do trabalho (AET) que visa aplicar os conhecimentos da ergonomia para analisar, diagnosticar e corrigir uma situação real de trabalho (IIDA, 2005). O método AET desdobra-se em 5 etapas: análise da demanda, análise da tarefa, análise da atividade, diagnóstico e recomendações (GUÉRIN et al., 2001; IIDA, 2005). As três primeiras etapas compõem a fase de análise e diagnóstico para então formular as recomendações ergonômicas:

- Análise da demanda: a demanda é a descrição do problema ou situação com problema, e pode ter origens de diversas partes.
- Análise da tarefa: a tarefa está ligada ao conjunto de objetivos prescritos que o trabalhador deve cumprir, correspondendo ao planejamento do trabalho. A AET não deve se basear simplesmente na tarefa, mas sim observar como as mesmas se distanciam da realidade ou do método descrito.
- Análise da atividade: a atividade está relacionada a como o trabalhador se comporta na realização de sua tarefa. Procede de um método de regulação e adaptação entre os vários

fatores envolvidos na execução do trabalho: fatores externos (objetivos, regras, equipes, horários, turnos, máquinas, arranjos físicos, ambiente térmico, dimensionamento do posto) e fatores internos (experiência, sexo, idade, fadiga, motivação, vigilância).

- Formação do diagnóstico: encontrar as causas que provocam o problema descrito pelo trabalhador dentro de sua demanda. Relaciona-se a diversos fatores, ligados ao trabalho e à empresa, que influencia a atividade executada pelo trabalhador.
- Recomendações ergonômicas: relaciona-se às atitudes que deverão ser tomadas para sanar os problemas diagnosticados.

2.3 Soldagem

Nesse estudo será acompanhado o processo de soldagem para a montagem de vasos de pressão¹ de grande porte estrutural.

A soldagem é amplamente empregada na união de diversos tipos de estruturas metálicas e nos mais diversos campos de aplicação como construção naval, estruturas civis, vasos de pressão, até reparos, manutenção e recuperação de peças danificadas. É considerado por isso uns dos principais meios de fabricação da atualidade na construção de estruturas (OKUMURA, 1982, p. 18).

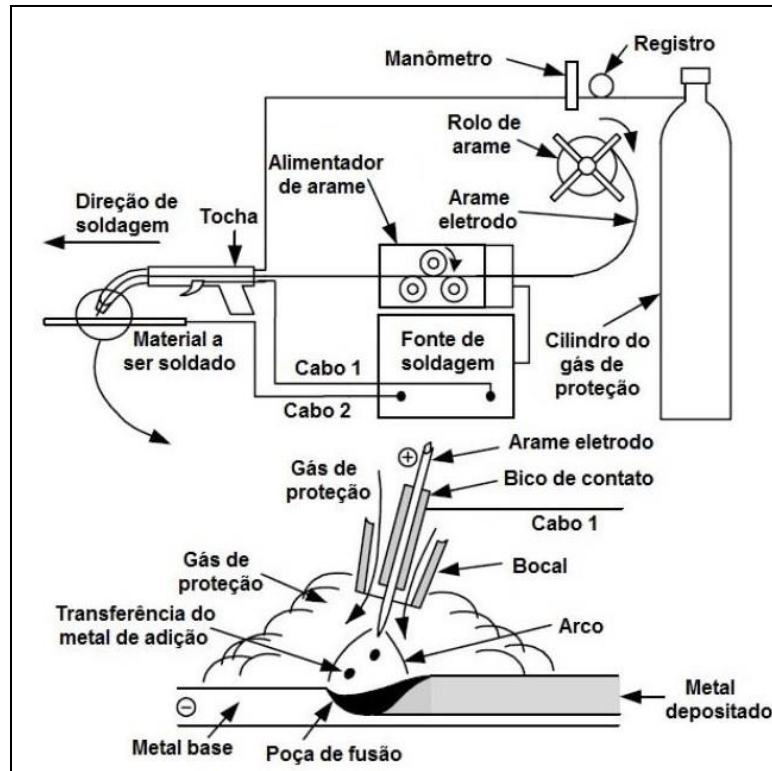
Na atualidade existem diversos processos de soldagem aplicados na indústria. O método mais difundido entre os pré-existentes é o da soldagem MIG - *Metal Inert Gas* e MAG - *Metal Active Gas*, onde ocorre o arco entre um eletrodo alimentado de forma contínua e as peças a serem soldadas. Tal característica apresenta vantagens em relação aos demais processos, como: simplificação do procedimento por alimentação automática do eletrodo, alta produtividade e alta densidade de corrente elétrica (MODENESI, MARQUES, 2006).

O processo genericamente conhecido como MIG/MAG, é constituído, na verdade, por dois processos diferentes, em que o MIG utiliza atmosfera protetora com gás inerte que em geral é aplicado a metais e ligas não ferrosas; e MAG utiliza atmosfera protetora com gás ativo ou CO₂ puro aplicado na soldagem de aço carbono. Estes dois processos são conhecidos dessa forma principalmente pelo fato de servir-se do mesmo aparelho de soldagem (tocha, fonte, alimentador, etc.), trocando-se somente o tipo de arame-eletrodo e o tipo de gás de proteção. Na Figura 1 a seguir é representado o esquema do processo de soldagem com aparelho

¹ A definição de vaso de pressão adotada é a de Telles (1996), presente no item 2.3 deste estudo.

MIG/MAG normalmente utilizado de forma semiautomática, podendo ser mecanizado e automatizado facilmente.

Figura 1 - Esquema do processo de soldagem MIG/MAG



Fonte: KOU (2002).

2.4 Atividade de soldagem

O soldador, para a execução do trabalho, adota posturas basicamente estáticas, com movimentação curta e por intervalos de tempos muito prolongados. No trabalho estático os vasos sanguíneos são pressionados pela pressão interna, contra o tecido muscular, por isso não flui mais sangue para o músculo. A contração do músculo com o trabalho estático restringe a sua irrigação. Por isso, não se pode aguentar por muito tempo um trabalho estático: a dor obriga a interromper o trabalho (GRANDJEAN, KROEMER, 2005).

Para o ofício dos soldadores, no processo de solda é manual, o esforço sobre o sistema musculoesquelético concentra-se nos membros superiores para realizar a soldagem, onde existe a sobrecarga e estresse físico no complexo articular do ombro e pulso, mas também no pescoço e região lombar (TÖRNER et al., 1991).

2.5 Doenças ocupacionais da atividade de soldagem

No que tange às pesquisas relacionadas à saúde ocupacional, aquelas que abrangem ou dizem respeito aos soldadores assinalam, entre os problemas de saúde relacionados ao trabalho: distúrbios musculoesqueléticos, problemas respiratórios, efeitos da radiação UV, queimaduras por respingos e faíscas de solda, ruído, vibração, acidentes, visão. Diversas entidades governamentais e associações internacionais, como *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA), *American Welding Society* (AWS), e a Associação Brasileira de Soldagem (ABS), desenvolvem e organizam pesquisas sobre segurança no trabalho, divulgam e oferecem cursos e publicações na área de processo de soldagem, conforme os tipos de risco de exposição dos soldadores:

2.5.1 Problemas respiratórios

Os diversos elementos que estão presentes ou são liberados durante a soldagem podem constituir um risco para a saúde do trabalhador que lida diariamente como processo, como também os demais que trabalham na vizinhança desse posto de trabalho. Estes elementos são ligados e variam diretamente com o processo empregado para a soldagem, tipo e composição do material que será soldado, e existência de algum revestimento nocivo sobre o material. Podem existir elementos químicos para remoção superficial desses revestimentos que podem estar depositados sobre a superfície soldada ou presentes no ambiente em que ocorre a solda.

Outro fator que influencia a exposição é a ventilação adotada no ambiente de trabalho para eliminação de partículas ou fumaça do ambiente e o tabagismo por parte do indivíduo. Os gases de soldagem têm sido responsáveis de causar doenças ligadas ao sistema respiratório, como a bronquite e pneumonia.

Uma especial atenção deve ser empregada quando da utilização de materiais de elevada toxicidade. Na existência desses elementos durante o processo de soldagem, é necessário garantir que neste ambiente de trabalho as concentrações de tais elementos se mantenham dentro de limites definidos por normas e organizações. Ainda, deve-se adotar medidas mais restritivas para acessar às áreas de trabalho, providenciar uma ventilação especial, e evitar a ingestão de alimentos no local (AWS, 1997).

2.5.2 Efeitos da radiação UV

Outro meio que pode causar danos à saúde do trabalhador com soldas é a radiação ultravioleta (UV). Ela é gerada pelo processo de soldagem que emprega arco elétrico, como o MIG/MAG e pode causar danos ao soldador e aos trabalhadores dos postos vizinhos. São descritos danos aos olhos e à pele. As laterais e a frente do pescoço são os locais que mais sofrem com queimaduras por radiação UV (ROSS, 1978).

As radiações UV podem causar queimaduras nos olhos e na pele, caso o soldador não utilizar os equipamentos de proteção adequados para o trabalho. Os sintomas destas radiações geralmente ocorrem com efeito retardado, portanto, sendo percebidos após decorridas algumas horas de trabalho sob esta exposição (FANTAZZINI, 1997).

2.5.3 Distúrbios musculoesqueléticos

Os episódios de distúrbios musculoesqueléticos têm sido relacionados ao trabalho com soldas a partir das queixas frequentes dos trabalhadores aos profissionais da área da saúde (WIKER, CHAFFIN, LANGOLF, 1989).

Alguns estudos mostram evidências da associação entre trabalho com soldas e distúrbios musculares, dos quais é plausível considerar alguns fatores de risco relacionados a esse trabalho: trabalho físico pesado, manejo de cargas, posturas elevadas dos braços, postura do tronco fora da neutralidade, posturas estáticas, trabalho repetitivo, ausência de pausas, vibração, entrada de ar que pode causar desconforto nos ombros e pescoço, e fatores quanto a organização do trabalho. Os fatores de organização do trabalho também precisam ser considerados como possíveis causas no risco de distúrbios nos ombros influenciando a intensidade, frequência ou duração de fatores de fadiga física, pois podem afetar a descrição dos distúrbios ou a recuperação física dos trabalhadores (VIAKARA-JUNTURA, 1999).

3.5.4 Queimaduras

Um fator de risco que sempre está presente no ambiente de soldagem são os respingos e fagulhas resultantes do processo de soldagem. Respingos é o desprendimento de porções pequenas do material de solda que são gerados durante a fusão e geralmente se propagam verticalmente próximos à região de soldagem. Em locais de trabalho onde o soldador trabalha sobre o produto e com mais soldadores próximos é muito comum a ocorrência de queimaduras

oriundas de respingos gerados pela soldagem dos colegas. A gravidade do dano varia conforme o local do corpo que está exposto, o tempo e a maneira do contato com o metal.

As faíscas do processo de soldagem por arco elétrico saltam em diversas direções e em distâncias maiores que ultrapassam a posição ou posto de soldagem, podendo alcançar a pele desprotegida ou mesmo a pele que estiver coberta com tecidos mais finos (ROSS, 1978).

2.5.5 Visão

Deve-se cuidar da questão da visão dos soldadores. Problemas de visão podem ocasionar dor de cabeça e tontura, como também diminuição da capacidade de realizar tarefas e redução da atenção durante sua execução. É necessário verificar as proximidades do posto de trabalho de soldagem, sendo que essa atividade coloca todos os postos que estão próximos a riscos da visão quando não há anteparos ou proteções físicas.

Entre os problemas de visão mais encontrados, podem ser citados problemas de convergência, queratite por UV, siderose ocular, corpos estranhos intraoculares. Os soldadores também podem apresentar córnea embaçada e granular, podendo-se identificar um soldador pelos olhos, principalmente aquele que atua por muitos anos na profissão (MARINI, 1994).

2.5.6 Vibração

É uma ocorrência bem menos recorrente no trabalho do soldador, mas pode ocorrer dependendo da ferramenta utilizada, e pode causar danos. Quando, por intermédio da análise preliminar, tiver a convicção técnica que as exposições estão em condições aceitáveis, recomenda-se a manutenção destas condições, não sendo necessário avaliações quantitativas (FUNDACENTRO, 2013).

2.5.7 Ruído

O ambiente em que o soldador está trabalhando é um ambiente ruidoso, pode ser diretamente pelo aparelho que utiliza, mas principalmente pelo uso de ferramentas para acabamento como esmerilhos e lixadeiras que comumente compartilham no mesmo posto de trabalho, ou também pela utilização de martelos e marretas para correções de montagem ou ajustes durante a soldagem. O levantamento dos Comunicados de Acidente de Trabalho (CAT)

dos soldadores do Rio Grande do Sul apontou o ruído como o agente responsável por 60% das doenças ocupacionais apresentadas por estes profissionais (GOLDMAN, 2000).

2.5.8 Acidentes

Acidentes de diversas naturezas podem ocorrer com os soldadores, podendo ser classificado como “impacto sofrido”, quando o impacto é gerado por um objeto; ou “impacto contra”, quando o impacto é gerado pelo próprio trabalhador; mas também podem ocorrer choques elétricos e as doenças ocupacionais já citadas anteriormente. Sobre os registros de CAT de trabalhadores da indústria metalmecânica do RS entre os anos 1996 e 1997, Goldman (2000) afirma que o “impacto sofrido” é o causador da maioria dos acidentes registrados junto aos soldadores (40%), seguida pelas doenças ocupacionais, como ruído (8%) e lesões por esforços repetitivos - LER (5,33%). Os acidentes de “impacto contra” apontam para 6,67% dos registros relacionados a acidentes com soldadores (GOLDMAN, 2000). Esses acidentes por impacto sofrido e impacto contra são indicativos da desorganização ou falta de planejamento no dimensionamento do posto de trabalho dos profissionais.

Outra ocorrência levantada para causa de acidentes ligados a soldagem é a intoxicação pelos fumos de soldagem, que podem ocasionar desconfortos, dor de cabeça, tonturas e estresse.

2.6 Local de soldagem

O processo de soldagem ocorre na área produtiva, limitado ao posto de trabalho, em que sua complexidade e ganhos ou perdas produtivas e ergonômicas dependem de uma boa organização e planejamento da atividade.

2.6.1 Posto de trabalho

O espaço de trabalho é um volume imaginário, necessário para o organismo realizar os movimentos requeridos durante o trabalho, e no qual a postura é determinante no seu dimensionamento. Segundo Ilda (2005) O posto de trabalho é considerado a menor unidade produtiva, podendo ser composto, em seu arranjo mínimo, de um homem e seu local de trabalho, onde são desenvolvidas tarefas por um período. O posto de trabalho bem projetado garante aumento do bem-estar do trabalhador, refletindo na sua produtividade.

No enfoque ergonômico, as máquinas, equipamentos, ferramentas e materiais são adaptados às características do trabalho e capacidade do trabalhador, visando promover o equilíbrio biomecânico, reduzir as contrações estáticas da musculatura e estresse geral (IIDA, 2005). Assim, busca-se fazer com que o posto seja como uma “vestimenta” bem adaptada para que possa executar a atividade com segurança, eficiência e conforto.

2.6.2 Organização do trabalho

A organização do trabalho não pode ser separada do projeto do posto trabalho (KADEFORS, 1998), sendo que então se define a tarefa que será executada no posto: sua abrangência, duração, sequência de operação e, mesmo, os equipamentos necessários à sua execução. Dentre as diferentes formas de organização do trabalho que surgiram ao longo da história, o conceito que vem sendo cada vez mais adotado é o proposto pelo Sistema Toyota de Produção (SHINGO, 1996); o que mais se aproxima dos conceitos de ergonomia é do modelo sociotécnico. No modelo sociotécnico, além das considerações com questões fisiológicas e biomecânicas no projeto dos postos de trabalho, os trabalhadores eram divididos em times de trabalho, ficando a seu cargo o gerenciamento do tempo de trabalho e das pausas (GUIMARÃES, 2000b).

As pausas têm a função de aliviar as fadigas resultantes do trabalho, mas devem ser estabelecidas tanto na sua duração como frequência, ou devem ser gerenciadas pelo trabalhador, o que ainda é fator de polêmica entre empresas, órgãos fiscalizadores e ergonomistas. No caso do soldador, já houve a sugestão, na busca por aliviar a fadiga, do estabelecimento de pausas a cada hora, para favorecer tanto a recuperação da musculatura de sustentação como ocular (CORREIA, 2001).

Além das pausas e do conteúdo da tarefa, a definição da jornada e a divisão do trabalho em turnos também são fatores de organização do trabalho que influenciam, tanto na monotonia, como na motivação, na satisfação e na ocorrência de erro. E todos estes fatores têm impacto na produtividade do trabalhador, bem como na qualidade do seu trabalho (GUIMARÃES, 2000b).

Segundo Kroemer e Grandjean, (2005), cada função do corpo humano pode ser entendida como um equilíbrio rítmico entre o consumo de energia e a reposição de energia ou, mais simplesmente, entre trabalho e repouso. As pausas para descanso são indispensáveis como um requisito fisiológico para a manutenção do desempenho e eficiência.

3 METODOLOGIA

A pesquisa é caracterizada pelo método dedutivo e de natureza aplicada. Quanto a abordagem, tem-se como qualitativa e de objetivos exploratórios.

Este trabalho se conduz através de um estudo de caso em que a pesquisa foi de campo, em uma indústria localizada no Vale do Taquari - RS que fabrica vasos de pressão para implementos rodoviários em aço carbono, aço inoxidável e alumínio, utilizando-se de pesquisa bibliográfica.

Pretende-se realizar estudo com a avaliação e desenvolvimento ergonômico do posto de trabalho em um processo de soldagem de vasos de pressão. Como instrumentos da pesquisa de campo, serão utilizadas entrevistas informais com os funcionários, com questões abertas sobre fatos e comportamentos e a observação do processo de forma assistemática e não participante.

O posto de trabalho da atividade, agora em análise, é dado pelo objeto a ser manufaturado, onde é realizada a soldagem propriamente dita - por questões técnicas - ocorre no topo do cilindro horizontal, sendo que fisicamente o executor da atividade tem acesso através de um patamar que o eleva para aproximar de tal região do produto que será manufaturado. Além da elevação do indivíduo, ainda existe a geometria cilíndrica da secção transversal do bem manufaturado que exige outra necessidade de posicionamento oblíquo do executor de forma a se aproximar definitivamente da realização da atividade no ponto tecnicamente definido para a fusão de soldagem. Esses aspectos podem ser visualizados na Figura 2.

Esta atividade em análise é uma interação do indivíduo e o aparelho que utiliza com o posto de trabalho onde executa a sua função. Essa função está ligada ao conhecimento técnico de regulação do aparelho de soldagem tipo MIG com os materiais de metal base e suas espes-

suras, habilidade na execução manual da aplicação da poça de fusão da solda, em que a posição do indivíduo é pouco ajustável e também a velocidade de rotação/movimentação que ocorre com o giro rotacional do tanque que receberá a soldagem.

Na execução da atividade, o ciclo é muito repetitivo, com o tempo estimado de 20 minutos para cada ciclo de solda circumferencial. Contudo, os soldadores, além da soldagem, também trabalham na pré-montagem e ajuste dos componentes soldados aos vasos de pressão.

Figura 2 - Posto de trabalho



Fonte: Do autor (2019).

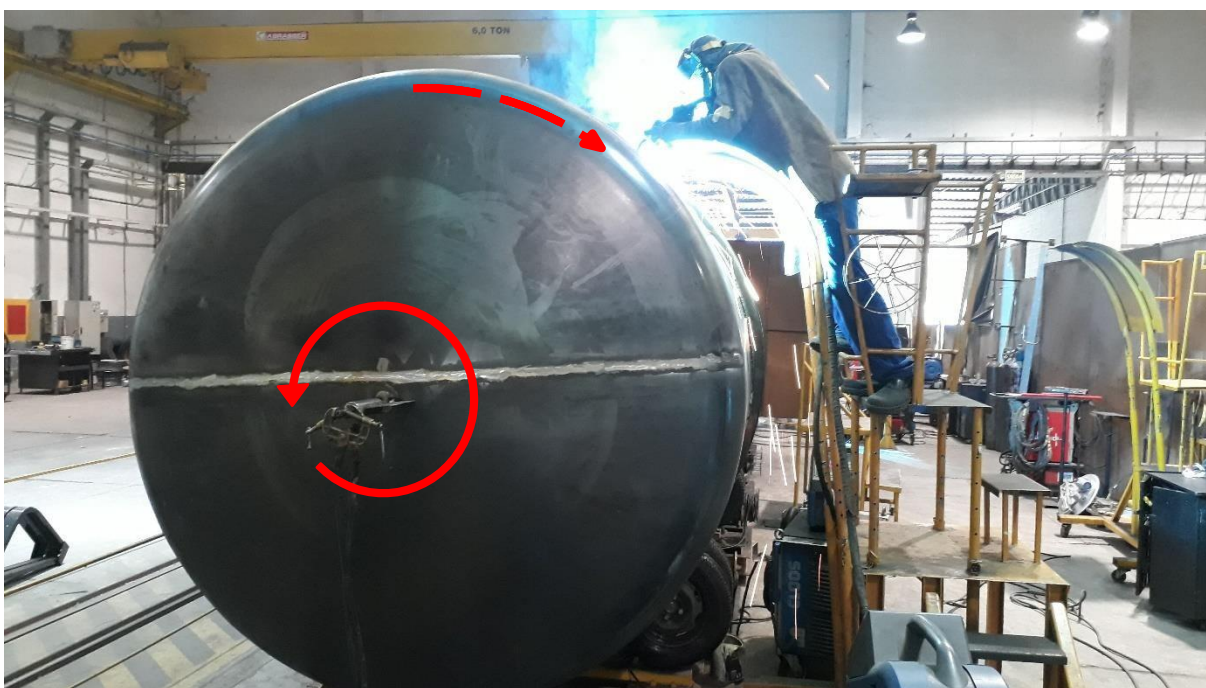
Esse aumento de atividades diversifica os esforços e elimina a repetitividade, aumentando o ciclo de atividade.

Durante a execução da atividade ocorrem macro e micro-pausas. Na execução da soldagem, durante o giro completo de uma volta, é evitada ao máximo a parada da atividade, por questões técnicas de manutenção da poça de fusão da soldagem, para melhor penetração e uniformidade do cordão, ocorrendo micro-pausas a cada 2 soldas circumferenciais e uma macro pausa programada, em média a cada 4 ou 5 desses ciclos.

Sobre o posto de trabalho definido, tem-se a necessidade de verificar a postura para ponto específico de soldagens de tanques, em que o soldador tem a postura de forma singular, conforme demonstrado na Figura 2.

O levantamento para a realização da pesquisa evidencia que o grupo considerado na linha de montagem, que é totalizado em 6 soldadores para a atividade em análise, aplicando-se uma soldagem do tipo MIG em chapas laminadas de materiais diversos, como aço inoxidável, aço carbono e de liga de alumínio que estão calandradas e unidas de topo. Nesse processo de soldagem, o executor fica posicionado estaticamente e o cilindro - onde existem as juntas a serem unidas por solda - gira no sentido e velocidade para a fusão dos materiais, conforme evidenciado na Figura 3. Cada produto, nomeado de tanque ou vaso de pressão, possui de 8 a 9 juntas de solda circular, cabendo, para cada junta, um novo reposicionamento do soldador.

Figura 3 - Soldagem no giro do tanque



Fonte: O autor, 2019.

Também na Figura 3 está indicado o giro do tanque que ocorre no sentido anti-horário e a soldagem, consequentemente, que ocorre no sentido horário.

Para esta atividade em estudo, já é considerado o tanque principal com todos seus segmentos montados em forma de cilindro e unidos por pontos, observando unicamente a etapa

de atividade e posto de trabalho de soldagem transversal. A soldagem de cada segmento ocorre em velocidade constante, decorrente de um sistema mecanizado e com inversor de frequência que expressa o tempo médio de 10 minutos. O soldador executa a atividade com todo o conjunto de vestimentas e equipamentos de proteção individual (EPI) para a atividade. Na execução do processo de soldagem MIG é utilizado o equipamento com sistema eletrônico de rampa de soldagem apropriado ao metal (FIGURA 4), com o sistema composto pela tocha de fusão com sistema de refrigeração (FIGURA 5), que é alimentada com cabos de energia elétrica, tubos de líquido refrigerante, gás inerte e eletrodo consumível no caso do processo MAG. As características físicas afetam o usuário, tanto na ativação muscular como na pega e manuseio. No aparelho visualizado, o sistema somente da tocha pesa 1,8kg para as mãos do soldador que ainda deve pressionar o gatilho para liberação do arame de soldagem, e passa para 8kg considerando o peso do mangote que fica suspenso durante o processo de soldagem em que o soldador está sobre o carrinho elevatório.

Figura 4 - Aparelho de solda MIG com tocha curta



Fonte: Do autor (2019).

Na execução do processo de soldagem circunferencial do tanque, o trabalhador deve executar a solda no topo do tanque, por questões técnicas da poça de fusão e sentido de giro do tanque. Para o soldador acessar este local, dadas as dimensões do tanque que possuem diâmetros de 1,8 a 2,5m, necessita de um patamar de acesso denominado de carrinho de soldagem, como o verificado na Figura 5. Este carrinho tem dupla finalidade: é uma plataforma de elevação para posicionar o soldador mais próximo da altura do ponto de soldagem (eixo X) e também precisa

posicionar o soldador, aproximando-o do topo do tanque (eixo Z). Possui 2 pontos de regulagem de altura, um para o patamar onde o soldador fica com os pés e outro ponto é onde o soldador fica apoiado com o corpo, braços e antebraços para a execução da solda, esses pontos estão representados pelas setas na Figura 5.

Na soldagem sobre o carrinho é necessário que ele esteja bem centralizado ao ponto a ser soldado. Por ser relativamente estreito e os locais de soldagem relativamente distantes, existe a necessidade de reposicionamento ao longo do tanque (eixo Y) para a soldagem de cada reforço circunferencial. Em cada posição, ocorrem somente 2 soldas circunferenciais. Nas Figuras 6 e 7 é possível verificar 2 soldadores no mesmo carrinho realizando a soldagem simultânea no mesmo anel.

Figura 5 - Carrinho elevatório para soldagem (indicação das regulagens de altura)



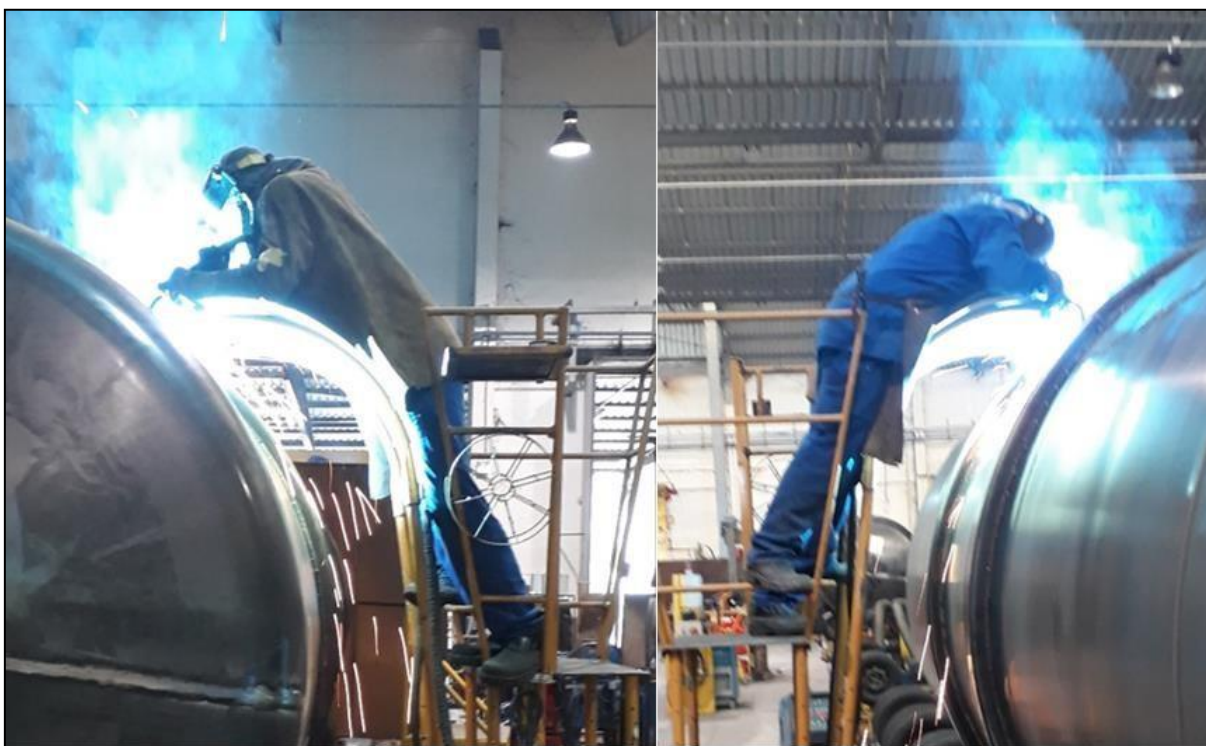
Fonte: Do autor (2019).

Figura 6 - Soldagem com carrinho, vista de trás



Fonte: Do autor (2019).

Figura 7 - Soldagem com carrinho, vista lateral direita e esquerda



Fonte: Do autor (2019).

Verificou-se que a cada soldagem, em média de 20 minutos, ocorre uma micro-pausa, quando o soldador desce do carrinho pra reposicioná-lo ao ponto seguinte de soldagem, empurrando o carrinho e o aparelho de solda, então volta a subir no carrinho e retoma a soldagem. Esse ciclo se repete entre 8 a 9 vezes por tanque, e no meio do ciclo ocorre uma macro-pausa, momento em que o trabalhador sai do posto de trabalho por 10 a 15 minutos.

3.1 Caracterização da empresa

Conforme o grau de risco, indicado na Norma regulamentadora NR4 – SESMT – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho, a empresa deste estudo é classificada conforme descrição abaixo para atividade principal:

→ Grau de risco: 03

→ Código de atividade: 29.30-1-01

→ Atividade: Fabricação de cabines, carrocerias e reboques para caminhões.

4 ESTUDO DE CASO

Realizada a observação dos postos de trabalho do setor de montagem e soldagem de tanques por intermédio de visitas a empresa em questão. Para levantamento de informações sobre a atividade, foram realizadas duas visitas para verificação e percepção sobre o processo e procedimentos, e a aplicação de um questionário de forma qualitativa. Essa pesquisa, através de um questionário de perguntas abertas, foi realizada com aplicação direta e individual aos soldadores que executam com frequência esta atividade de trabalho.

Perguntas estruturadas para questionário qualitativo:

1. Quais atividades você realizar diariamente? Explique.
2. Como é o seu posto de trabalho?
3. Como executa a soldagem (local de preparação/regulagem aparelho)?
4. Principais diferenças para soldagem do tanque girando no estaleiro?
5. Quais proteções que utiliza para a soldagem?
6. Na atividade ocorre algum desconforto físico ou dificuldade para execução?

Descreva.

7. Existem pausas na atividade de soldagem do tanque girando? Como são realizadas?
8. Sugestões para melhoria no seu trabalho.

Em relação à entrevista realizada com os trabalhadores da atividade em estudo e as visitas que foram realizadas antes e depois das entrevistas, seguem caracterizações e análises nos parágrafos a seguir. O questionário aplicado está informado na íntegra no Apêndice A.

Nas visitas e entrevistas, foi verificado que em relação às atividades e ao posto de trabalho, os soldadores realizam não só atividades de soldagem MIG propriamente, como também realizam a preparação e montagem de parte das peças que serão agregadas ao tanque principal, tais como empalmes, anéis de reforço, berços, bocais de carregamento, diques de contenção, flanges de descarga. Tais atividades ocupam metade ou mais do tempo total da maioria dos soldadores, sendo que para a preparação são utilizados instrumentos de corte plasma e lixadeiras para ajustes dos componentes para então realizarem a montagem e fixação dos mesmos no tanque principal por solda ponto, para posteriormente aplicar a soldagem final de união dos componentes metálicos. As atividades de preparação e montagem são mais exaustivas e com maior desgaste entre os entrevistados, se comparado à soldagem que executam como atividade principal.

Em relação ao posto de trabalho, os trabalhadores explicaram a localização do posto, que se dá junto à linha de montagem dos tanques e existem preparações que ocorrem em bancadas também dispostas junto à linha, ou até mesmo de forma improvisada em outros cavaletes ou no piso. A organização das montagens é adequada para poucas equipes operando no mesmo tanque, pois quando ocorre simultaneamente com mais soldadores individuais ou em duplas, com aglomeração de máquinas no mesmo posto, ocorre uma concentração de extensões elétricas no piso para as máquinas de soldagem, e também das mangueiras para alimentação do gás inerte para soldagem para qual a área não foi planejada.

O arranjo físico é bem constituído, pois ocorre a soldagem numa linha de montagem com etapas bem definidas. Porém, com o grande número de máquinas de soldagem e cabos de energia e da rede de gás, somado aos cabos dos aparelhos de corte plasma e politrizes para ajustes que ficam na montagem e as peças que ficam pelo chão, fazem com que exista risco de choque e de queda em todos os postos de trabalho. O carrinho está com a altura de patamar inferior a 2 metros, que dispensa a obrigatoriedade da proteção de guarda corpo, mas que permite uma queda caso o soldador se desequilibre ou dê um passo em falso durante a soldagem.

Embora não exista um ciclo definido de operação da carga de trabalho individual, a montagem dos tanques é executada em linha, cabendo a necessidade de conclusão de 1 unidade

para o início da outra, sendo que são montados simultaneamente ou sequencialmente até 3 unidades de tanques. A organização do trabalho é alternada, sendo que em momentos existem de 2 a 4 soldadores executando simultaneamente a soldagem de 1 tanque, assim como também ocorrem vezes em que 1 soldador realiza unicamente todas as soldas em um tanque.

Os EPIs são amplamente conhecidos e utilizados pelos trabalhadores. Para esta etapa de soldagem são utilizadas, de modo geral: máscara de solda com filtro nº12 ou 14, respirador descartável, toca de algodão, filtro solar no rosto e pescoço, luva de vaqueta com cano longo, jaqueta de couro ou mangas e avental de couro, uniforme de algodão, botinas e protetor auricular. Também se verificou que entre os tanques existem tapumes para que a radiação de um posto não afetasse o posto ao lado; porém, em diversos momentos ocorre a soldagem simultânea por 2 ou mais soldadores no mesmo tanque, ocorrendo a radiação cruzada entre eles e riscos de queimaduras por respingos de soldagem entre os trabalhadores que se encontram soldando muito próximos sobre o mesmo carrinho.

Foi evidenciada e informada a existência de micro-pausas de alguns minutos, que ocorrem a cada 2 soldas circunferenciais, sendo que nesta micro-pausa o soldador ou soldadores, descem do carrinho elevatório para reposicioná-lo, centralizando-o no próximo posto de soldagem e nesse momento também deslocam a máquina de solda para o novo posto. A cada 4 ou 5 desses ciclos, ocorre uma macro-pausa, quando o funcionário sai do posto de trabalho por um intervalo de 10 a 15 minutos. Também nessas pausas ocorre a verificação dos insumos de soldagem (arame de solda e gás) e pequenos ajustes nos parâmetros das máquinas.

Os trabalhadores entrevistados destacam que esta atividade de soldagem do tanque no giro não se trata de uma atividade difícil, porém requer muita atenção, porque o processo uma vez iniciado não pode ser interrompido até a finalização deste cordão de solda, para evitar deformações nas soldas. Caso isso ocorra, devem ser retrabalhadas e, por melhor que seja o reparo, ficam marcas aparentes. Durante a soldagem, todos afirmam que devem ficar imóveis ou com movimentos limitados, curtos e muito lentos, e com a respiração muito suave, isso tanto para que a poça de fusão fique perfeita e o acabamento contínuo, como também para não oscilar o carro elevatório, principalmente quando executam a soldagem com 2 soldadores no mesmo carrinho, quando a movimentação de um soldador pode interferir na soldagem do outro.

Foi verificado que cada soldador possui uma forma particular de segurar a tocha e se posicionar sobre o carrinho. Isso se deve à questão da anatomia de cada indivíduo, pois o

comprimento dos membros define se o soldador ficará mais inclinado ou com postura mais ereta. A pega da tocha sempre ocorre com uma das mãos e a segunda mão serve de apoio para a execução da soldagem e para realizar pequenas correções de curso ou distanciamento da poça de fusão.

Todos se apoiam sobre o encosto do carrinho com parte das pernas, barriga, peito, braços ou antebraços, tentando ficar da forma mais confortável, pois permanecem imóveis durante a soldagem e, se os membros superiores não estiverem bem apoiados, informam que não têm força para concluir aquela solda sequer. Para diminuir o peso da tocha de soldagem MIG sobre as mãos, os soldadores apoiam o mangote sobre a plataforma e pressionam com o corpo ou antebraço. Durante a soldagem evidenciou-se que a posição dos braços sempre fica bem abaixo do ombro.

Foi verificado que os carrinhos foram desenvolvidos com somente 1 regulagem de altura de piso e de apoio e, quando ocorre a soldagem simultânea com 2 trabalhadores de estaturas diferentes no mesmo carrinho, conforme Figura 6 e Figura 7, podemos perceber que o soldador com menos estatura (da direita) fica apoiado sobre as barras laterais e o soldador com maior estatura (da esquerda) fica com os braços mais encolhidos para a soldagem. Ambos tentam compensar para que desempenhem a operação com o menor esforço possível para cada um.

A empresa não possui registros recentes sobre reclamações internas ou afastamentos por dores ou desconfortos na execução da soldagem nesse posto de trabalho dos tanques. Nas entrevistas foi verificado que não é comum a ocorrência de dores para a execução destas atividades, mas que essas acontecem em alguns momentos, quando a jornada é intensificada ou é reduzido o total de soldadores na linha de fabricação. A maior reclamação de desconforto não ocorre na soldagem, mas sim na preparação, em que os soldadores também realizam correções nas peças com lixadeiras ou politrizes para montar no tanque, com utilização de banca ou em diversas vezes sobre o piso da indústria. Também se percebe o grande esforço, em diversos momentos, para a fixação e ponteamto dos acessórios ao tanque para posterior soldagem, esses acessórios no geral possuem peso entre 12 a 20 kg.

Um fator evidenciado é a experiência na função, sendo que a maioria absoluta possui de 8 a 10 anos de experiência na função de soldagem MIG nesse posto de trabalho. Boa parte das adequações de melhoria foi desenvolvida internamente, incluindo os carrinhos de soldagem que foram fabricados e customizados internamente.

O relato de similaridade da função comum a todos entrevistados é que para a execução da soldagem os padrões de regulação de máquina estabelecidos são iguais, e o indivíduo deve permanecer completamente imóvel para a soldagem e, principalmente, a respiração deve ser bem calma e lenta. Os trabalhadores relatam que ficam bem calmos para a soldagem. Há casos em que as pernas ficam um pouco dormentes, o que permite somente movimentos pequenos e lentos para a troca do pé de apoio. As mãos permanecem imóveis com pequenas correções de movimentação, mas muito bem apoiadas sobre o encosto do carrinho.

A ventilação geral do pavilhão é boa e possui um pé direito elevado, mas existe a liberação de muitos fumos metálicos durante a soldagem pelo número de soldagens simultâneas, e parte se propaga na direção do soldador. Existem alguns exaustores para a captação dos fumos, mas não são empregados com frequência no processo. Alguns soldadores relatam que os fumos atrapalham a visão para a execução da soldagem, principalmente na soldagem de alumínio, pois mesmo com os braços bem estendidos, os fumos não se dissipam e atrapalham a atividade.

Quanto à questão de sugestão de melhorias propostas para o trabalho, a grande maioria dos entrevistados não relatou nada relacionado diretamente à melhoria ergonômica dos postos de trabalho. No geral, as melhorias sugeridas estavam ligadas a ergonomia de processo. Ocorreu somente um apontamento na questão de soldagem no mesmo carrinho por 2 soldadores, em que quando a diferença de estatura e/ou dimensão de membros é significativa, ocasiona dores nas costas pela posição menos elevada dos apoios caso o colega seja mais baixo. Nessa reclamação também foi apontada a questão da rotatividade de duplas para essa atividade, uma vez que não existe uma escala fixa de duplas de soldadores, tendo recorrência de soldadores com maior diferença de estatura, que podemos considerar como ergonomia de processo.

Nesse sentido, para a atividade de soldagem em dupla dentro de um melhor padrão ergonômico, cabe realizar uma verificação entre os soldadores para melhor dividir as duplas pelas características de estatura que mais se assemelham, melhorando a performance dos indivíduos, sem necessitar alterar fisicamente a estrutura atual. Cabe também o desenvolvimento de um estudo de alteração dos carrinhos elevatórios para que possuam regulagens individuais por posto de trabalho para quando realizarem soldagens em dupla, dispensando, assim, a equivalência dos biotipos dos indivíduos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas visitas técnicas e entrevistas realizadas com funcionários do setor de soldagem de uma indústria metalmeccânica, tem-se como conclusão que os riscos ergonômicos encontrados na atividade avaliada enquadram-se como leves a moderados, considerando que o peso da tocha do aparelho de solda MIG é muito baixo e o maior desgaste estaria na posição de pé e estática no ciclo de soldagem, mas esta por sua vez está constantemente intercalada por momentos de reposicionamento da plataforma de soldagem que promove a movimentação de todo grupo muscular do indivíduo promovendo a correta irrigação sanguínea e assim mantendo um equilíbrio entre a atividade e o repouso.

A atividade de soldagem avaliada realmente requer um considerável esforço que aumenta com os ciclos constantes, mas é atenuada, mesmo sem um estudo mais aprofundado. Empiricamente se percebe que as ações de organização do trabalho com micro-pausas, quando o soldador sai da posição sobre o carrinho e tem de deslocar a máquina de solda e o carrinho para uma nova posição, permitem que ele execute uma série de movimentos que se contrapõem a postura estática. Também ocorre uma macro-pausa planejada no meio de cada turno, quando o soldador verifica as regulagens de máquina, lubrificações e inspeciona os insumos, nessa ocasião também se afastando momentaneamente do posto de trabalho para algum lanche ou uso de sanitários. Verifica-se que essas pausas caracterizam a jornada diária como um esforço físico bem intercalado. Percebe-se que a organização e o desenvolvimento do trabalho, bem como a adequação de ferramentas, ficam sob responsabilidade do trabalhador daquela atividade, nem sempre realizando uma análise mais aprofundada dessas demandas. Isto porque cada trabalhador tem uma percepção para a organização de sua atividade e por vezes falta esta percepção para os riscos envolvidos.

Atingido o objetivo de acompanhar o processo de soldagem e avaliar sob ponto de vista ergonômico numa situação de esforço aceitável dentro do ambiente verificado, sendo necessária a correção de alguns pontos como melhoria ergonômica: adequação dos carrinhos para suportar dois soldadores simultaneamente com biotipos diferentes ou escalonar dentre os trabalhadores as duplas com biotipos mais aproximados para a atividade. Tendo o desenvolvimento ergonômico dessa atividade de soldagem, consequentemente ocorrerá o aumento de eficiência e um ganho produtivo.

No posto avaliado, a atividade mais desgastante e com o maior risco para doenças ocupacionais sob enfoque ergonômico não é a soldagem no giro do tanque e sim a movimentação e preparação de peças para instalar no tanque principal, onde as peças são movimentadas manualmente exigindo esforço físico de sobrecarga e são manufaturadas sobre o piso ou bancadas onde exigem posições de grande esforço da coluna e sobre os ombros para operação com máquinas manuais de acabamento.

Na ergonomia, a prioridade é afastar o indivíduo do perigo e da exposição aos riscos contra si e, em último caso, empregar o EPI ou medidas de redução de exposição, mas no cotidiano das empresas percebe-se o uso massivo de EPI ou medidas de controle às exposições, seja por custo, seja por deficiência no planejamento.

A sugestão para continuidade deste trabalho é a de investigar as etapas de preparação e montagem dos componentes na linha de montagem dos tanques, dando enfoque à análise ergonômica, bem como verificar o processo que é aplicado. Também fica a possibilidade de correção da plataforma de soldagem para duplas, obtendo melhora ergonômica de cada indivíduo e consequentemente retorno no aumento de produtividade do posto de trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, A. F. **Atualidade em ergonomia**: logística, movimentação de materiais, engenharia industrial, escritórios. 1ª Edição, 2004.
- AMERICAN WELDING SOCIETY- AWS. **Welding Handbook**. v. 5. 7.ed. Miami, 1997.
- BRASIL. **NR04 – SESMT**, Redação dada pela Portaria MTPS n.º 510, de 29 de abril de 2016. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-04.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2019.
- BRASIL. **NR17 – ERGONOMIA**, Redação dada pela Portaria MTb n.º 876, de 24 de outubro de 2018. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-17.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2019.
- CORREIA, W. F. M. **Análise Ergonômica do Sistema de Produção e do Posto de Trabalho de Solda MIG da Artetubo LTDA**. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ABEPRO. 2001.
- DRAGUETTI, F. **Análise Ergonômica dos trabalhadores do setor de produção em uma empresa de cosméticos no Rio Grande do Sul**. Monografia (graduação) – Curso de graduação em Fisioterapia no Centro Universitário UNIVATES. Lajeado/RS, julho de 2012.
- FANTAZZINI, M. L. **Coleção Tecnologia SENAI - Soldagem**. Capítulo 1 - Higiene e Segurança na soldagem. São Paulo, 1997.
- FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional**. NHO 09: Avaliação da exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro. São Paulo, 2013.
- GOLDMAN, C. F. **Análise de Acidentes de Trabalho Ocorridos na Atividade da Indústria Metalúrgica e Metal Mecânica do Estado do Rio Grande do Sul em 1996 e 1997: Breve Interligação sobre o Trabalho Soldador**. Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2000
- GUÉRIN, F.; LAVILLE, A.; DANIELLOU, A.; DURAFFROUG, J.; KERGUELEN, A. **Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia**. 1ª edição – 2001.
- GUIMARÃES, L. B. M. de. **Macroergonomia – Ergonomia de processo**. 3ª. Edição, 2001.
- GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia – adaptando o trabalho ao homem**. 4ª edição – 2004.
- GRANDJEAN, E.; KROEMER, K. H. E. **Manual de ergonomia – adaptando o trabalho ao homem**. 5ª edição – 2005.
- IIDA, I. **Ergonomia: projeto de produção**. 2ª edição – 2005.
- KADEFORS, R. Workstations. In: **Encyclopedia of Occupational Health and Safety**. 1998.
- KOU, S. **Welding Metallurgy**, 2ª Edição. New Jersey, 2002.

MARINI, F. Visual Function of the Welder: a Permanent Preoccupation. Welding in the World. Roissy, 1994.

MODENESI, P. J.; MARQUES, P. V. **SOLDAGEM I – Introdução aos processos de soldagem**. Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Belo Horizonte, 2006. Disponível em: <file:///C:/Users/wn7/Downloads/SOLDAGEM+UFMG.pdf. > Acesso em: 20 mar. 2019.

OKUMURA, T.; TANIGUCHI, C. **Engenharia de Soldagem e Aplicações**. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora, 1ª Edição, 1982.

OLIVEIRA, C. A. D. de. Segurança e saúde no trabalho: guia de prevenção de riscos. Editora Yendis. Descrição física:177, **E-book Medicina e Saúde**
<http://univates.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788577282890> , Acesso em: 24 mar. 2019.

ROSS, D. S. Welder`s Health – **Non-Respiratory Aspects. Metal Construction**. V. 10, n. 6, 1978.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção** – do Ponto de Vista da Engenharia de Produção, 2ª Edição, 1996.

TELLES, P. C. S. **Vasos de Pressão**. 2ª Edição, 1996.

TÖRNER, M.; ZETTERBERG, C.; ANDÉN, Ulf; HANSSON, T.; LINDELL, V. **Workload and Musculoskeletal Problems: Comparison Between Welders and Office Clerks**. 1991.

VIKARA-JUNTURA, E. Occupational Risk Factors for Shoulder Disorders. **The Occupational Ergonomics Handbook**. Boca Raton, 1999.

WIKER, S. F.; CHAFFIN, D. B.; LANGOLF, G. D. **Shoulder Posture and Localized Muscle Fatigue and Discomfort**. *Ergonomics*,1989.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUADRO COM RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO

NOME	JM	JC
IDADE (ANOS)	38	34
FUNÇÃO	soldador	montador
TEMPO EMPRESA (ANOS)	10	1
TEMPO EXP. NA ATIVIDADE (ANOS)	9	10
1- Quais atividades você realizar diariamente? Explique.	montagem e preparação, soldagem 40% do tempo, faz serviços na linha de montagem em inox/aço carbono/alumínio. Também trabalha em reformas de implementos	soldagem no giro propriamente, montagem de acessórios do tanque na linha de montagem, raramente auxilia em outros setores
2- Como é o seu posto de trabalho?	é na linha de montagem, preparação de peças na linha usando bancas ou no piso mesmo, trabalha direto no tanque também	trabalha sempre junto ao tanque na linha de montagem
3- Como executa a soldagem (local de preparação/regulagem aparelho)?	maquina regulada conforme padrão, teste de solda de 40cm no tanque (local não visível, inferior ou superior do tanque), deixar carrinho posição mais confortável com encosto não muito alto, ficar com corpo pouco inclinado e braço apoiado com a mão para fora do encosto, segura tocha e gatilho com a mão direita e mão esquerda segura por cima da tocha	passa creme e coloca as epis, regula a maquina de solda/arame, regula velocidade do giro do tanque, regula altura e apoio do carrinho e desloca aís próximo possível do tanque, segura a tocha e gatilho com a mão direita e a mão esquerda segura o mangote da tocha, apoia todo o corpo e braços no carrinho e parte da perna, regulagem de máquina c/m padrão
4- Principais diferenças para soldagem do tanque girando no estaleiro?	concentração é maior, respiração muito mais leve para não oscilar a soldagem, sem se movimentar as pernas e braços durante a solda	cuidado em manter padrão uniforme do cordão, postura mais firme e bem apoiada, respiração controlada principalmente quando soldam em dupla com o esmo carrinho para que não atrapalhe o outro soldador
5- Quais proteções que utiliza para a soldagem?	avental de couro, casaco de couro, luvas de vaqueta com cano longo, toca de algodão, respirador descartável, máscara de solda com filtro 14, óculos de correção, uniforme padrão, botinas, não usa cremes	uniforme, creme facial, avental de couro, manga de couro, luvas de vaqueta com cano longo, toca de algodão, respirador descartável, máscara de solda com filtro 14, padrão, botinas
6- Na atividade ocorre algum desconforto físico ou dificuldade para execução? Descreva.	dor nos pulsos quando solda sozinho um tanque inteiro num dia, durante a soldagem tem leve dormência nas pernas e costas mas quando se movimenta passa,	na montagem dos anéis e berços quando ergue e segura as peças para serem ponteadas - sente dor nas costas, no trabalho interno dos tanques a fumaça incomoda muito mesmo com auxílio dos exaustores.
7- Existem pausas na atividade de soldagem do tanque girando? Como são realizadas?	Pequena pausa para reposicionar o carrinho e maquina de solda a cada 2 soldas circunferenciais e uma pausa maior a cada 10 soldas circunferenciais	faz pausa pequena a cada soldagem de anel ou empalme (20 mn) para deslocar o carrinho e a maquina de solda. A cada 40 min faz uma pausa um pouco maior.
8- Sugestões para melhoria no seu trabalho.	melhorar as máquinas de soldagem para aço carbono e a qualidade dos insumos de solda para ter maior rendimento	seria mais produtivo 1 dupla somente preparar as peças e a outra somente soldar, não realizar solda com 2 soldadores no mesmo carrinho porque a regulagem da altura do patamar e do encosto é uma só, manter duplas de trabalho fixas com menos rotatividade.

NOME	JB	GM
IDADE (ANOS)	33	27
FUNÇÃO	soldador	montador
TEMPO EMPRESA (ANOS)	6	8
TEMPO EXP. NA ATIVIDADE (ANOS)	6	7
1- Quais atividades você realizar diariamente? Explique.	montagem de empalmes/anéis, ajuste de peças, trassagem dos acessórios, preparação de peças na bancada, uso de lixadeiras e corte plasma, soldagem MIG/MAG e TIG	trabalha com lixadeira e corte plasma, mas a soldagem ocupa mais seu tempo de trabalho
2- Como é o seu posto de trabalho?	junto ao tanque na linha de montagem do tanque, bastante fiações pelo piso, usa carrinhos de montagem e soldagem e bancadas na linha	foco no tanque, sempre na linha de montagem do tanque sendo ele de inox/aço carbono/alumínio, pouca atividade na bancada ou no piso
3- Como executa a soldagem (local de preparação/regulagem aparelho)?	preparação no local, conferência de gás/aramé/regulagem do aparelho, troca de bico e bocal, fixar cabo terra, adequar aos parâmetros definidos de soldagem, regulagem de gás, teste de solda em 50cm, regular velocidade de giro do tanque, regulagem das alturas do carrinho de solda e distância do tanque, lubrificar bocal de soldagem. Faz 2 soldagens para cada reposicionamento do carrinho, tempo de soldagem para empalme é de 16min e do anel é de 20min. Soldagem individual de 1 tanque é 1 dia e para uma dupla é de 3,5h.	prepara anel, ponteia estruturas no tanque principal, regula amperagem e voltagem na máquina de solda, regula altura do carrinho de soldagem, regula velocidade de giro do tanque no inversor do motor, teste de soldagem em ponto não visível do tanque, solda de forma contínua os empalmes ou anéis, cerca de 8 a 10 minutos por par de soldagem.
4- Principais diferenças para soldagem do tanque girando no estaleiro?	regulagem da amperagem é muito maior, cuidado na movimentação porque está num carrinho a quase 2m de altura, a respiração deve ser muito calma para não variar a solda e também deve ficar estático. Pode alternar as pernas lentamente. Quando está gripado não pode soldar.	é necessário ter boa estabilidade na mão, boa percepção visual para acompanhar a posse de fusão e as ovalizações do tanque, se posicionar corretamente no carrinho para ficar vários minutos imóvel, respiração calma e contínua, equilíbrio para trabalho na plataforma e acompanhar giro do tanque
5- Quais proteções que utiliza para a soldagem?	casaco de couro, máscara com filtro PFF2, máscara de soldagem com lente, toca algodão, uniforme, luva de vaqueta, creme de proteção no rosto e principalmente no pescoço	máscara com filtro 12 ou 14, respirador filtro PFF2, filtro solar, toca algodão, creme protetor de mãos, avental de couro, manga de raspa, luva de vaqueta, botina, uniforme e fones de ouvido.
6- Na atividade ocorre algum desconforto físico ou dificuldade para execução? Descreva.	desconforto e formigamento nas pernas, alterna as pernas para diminuir desconforto, pouco de dor na lombar com 3 horas de soldagem e necessita pausa para voltar a soldar.	Sim, corpo curvado e apoiado e também com antebraço. Uma mão apoia a outra para soldagem, pequeno desconforto durante o processo de soldagem, abre levemente a mão. A soldagem com 2 soldadores no carrinho é mais difícil do que a com 1 soldador, pela vibração no carrinho ou pela diferença de alturas entre os trabalhadores e o carrinho tem uma única regulagem, fumaça atrapalha mesmo com o uso das máscaras, lixar é a atividade que mais cansa.
7- Existem pausas na atividade de soldagem do tanque girando? Como são realizadas?	pausa a cada 2 soldas para empurrar o carrinho pra nova posição, também tem que puxar a máquina de solda MIG, soldagem por 2h e para fazer checagem da máquina (gás/aramé/lubrificar bico)	Realiza a parada a cada 2 soldas para reposicionar o carrinho e deslocar a máquina de solda, pára quando precisa para consumo de água e uso do banheiro.
8- Sugestões para melhoria no seu trabalho.	tapumes entre os soldadores para soldagem no mesmo tanque, corrente de ar do pavilhão é boa mas diversos dias atrapalha a soldagem	ocorreram diversas melhorias no processo como gás pela rede elimina os cilindros de gás facilitando movimentação do aparelho de soldagem

NOME	CS	FC
IDADE (ANOS)	37	29
FUNÇÃO	soldador	soldador
TEMPO EMPRESA (ANOS)	11	2
TEMPO EXP. NA ATIVIDADE (ANOS)	10	8
1- Quais atividades você realizar diariamente? Explique.	montagem de componentes no tanque e preparação, soldagem de inox/aço carbono/alumínio, preparação de calotas de inos e alumínio, realiza serviços de manutenção e reforma de tanques	soldagem dos acessórios do tanque na grande parte do tempo, auxilia na soldagem do chassi, pouco se envolve com a preparação de peças.
2- Como é o seu posto de trabalho?	junto ao tanque, no andaime (carrinho), realiza soldas no chão e bancada.	é junto ao tanque, solda ao carbono/inox/alumínio
3- Como executa a soldagem (local de preparação/regulagem aparelho)?	Regulagem de máquina do giro, velocidade padrão na soldagem, a soldagem dos tanques de alumínio é mais demorada a de aço carbono, regulagem do carrinho altura/encosto/distância do tanque.	precisa de tempo, no carbono é mais corrido, limpeza de peças antes de soldar, pré-aquecimento dependendo da espessura, adequação dos parâmetros da máquina
4- Principais diferenças para soldagem do tanque girando no estaleiro?	braço firme, leve movimentação durante a soldagem, cuidar respiração, se mover com calma para não oscilar soldagem, porque o carrinho é um pouco instável.	bastante tempo parado, muita atenção pois é a solda final do implemento, regulagem com maior amperagem e temperatura de fusão
5- Quais proteções que utiliza para a soldagem?	avental, toca de algodão, máscara descartável, máscara com vidro fumê 14, luva de vaqueta, avental de couro, uniforme, botina, filtro respiratório descartável, filtro solar e creme de mãos.	luva de vaqueta, avental, manga de raspa, máscara de soldagem, toca, uniforme, filtro respiratório, protetor auricular
6- Na atividade ocorre algum desconforto físico ou dificuldade para execução? Descreva.	dor no ombro pela posição com o apoio do carrinho (possui burcete), leve dormência nas pernas por ficar tanto tempo parado, dores nos olhos pela irritação com a fumaça.	desconforto nas costas que varia dependendo do dia, pois solda bem no topo do tanque e fica espichado e apoiado, dias quentes sente sonolência pelo tempo parado.
7- Existem pausas na atividade de soldagem do tanque girando? Como são realizadas?	pausa quando sente alguma dor e a cada 2 soldagens do costado do tanque, determina quando vai parar para beber água ou ir ao banheiro	a cada 2 soldas circunferenciais tem uma pequena parada para deslocar o carrinho e máquina de solda para novo ponto a ser soldado, tira mais pausas conforme cronograma de fabricação para manter tempo estimado de execução.
8- Sugestões para melhoria no seu trabalho.	carrinhos de solda estão bons (funcionário que montou a maioria deles) mas devem fazer alguma manutenção de regulagens de altura, máquinas de solda +ou- novas, deveria sempre utilizar a paleteira pra erguer a máquina de solda até altura do soldador para também reduzir peso do conjunto da tocha	melhorar máquina de solda para aço carbono, que por consequência aumentará a qualidade de solda e reduzirá o tempo de soldagem.



UNIVATES

R. Avelino Tallini, 171 | Bairro Universitário | Lajeado | RS | Brasil
CEP 95900.000 | Cx. Postal 155 | Fone: (51) 3714.7000
www.univates.br | 0800 7 07 08 09